

# Hoe noodzakelijk is patroononderzoek voor een goede uitvoering van de Grondwaterwet?

MARTIN KNOTTERS, ALTERRA  
 HENK VROON, ALTERRA  
 ARIE VAN KEKEM, ALTERRA  
 TOM HOOGLAND, ALTERRA

*De schadeuitkering aan boeren in waterwingebieden wordt onder meer vastgesteld op basis van bodemkundig en hydrologisch patroononderzoek en de TCGB-tabellen. Over de werkelijke schade bestaat onzekerheid, omdat volledige zekerheid onbetaalbaar is. Door gericht onderzoek te verrichten is deze onzekerheid echter wel te reduceren. De kosten van dit onderzoek moeten worden gezien in het licht van de risico's die ermee kunnen worden voorkomen. Daarbij is het nuttig om onderscheid te maken tussen onzekerheid als gevolg van beperkte proceskennis en onzekerheid als gevolg van beperkte patroonkennis. Goede patroonkennis draagt bij aan een juiste schadeuitkering aan de boeren in een onttrekkingsgebied.*

Als ergens grondwater wordt onttrokken, dan kan het zijn dat in het gebied rond zo'n onttrekking de grondwaterstand daalt. Omdat in Nederland het grondwater zich meestal op geringe diepte bevindt is de vochtvoorziening van veel gewassen en plantengemeenschappen afhankelijk van de grondwaterstand. Daalt deze, dan kan de gewasgroei verminderen, wat leidt tot economische schade aan agrarische ondernemingen. De Grondwaterwet maakt het mogelijk de schade te taxeren die moet worden vergoed aan agrarische ondernemers die hun bedrijf uitoefenen binnen de invloedssfeer van grondwaterwinningen. De schadeomvang wordt onder meer bepaald op basis van de resultaten van bodemkundig en hydrologisch patroononderzoek. Onderzoek dat volledige zekerheid geeft over de werkelijke hoogte van de schade is onbetaalbaar, maar onderzoek kan wel bijdragen bij een reductie van onzekerheid en daarmee aan reductie van financiële risico's.

## Hoeveel onderzoek is nodig?

De Commissie Deskundigen Grondwaterwet (CDG) onderbouwt in haar advies naar de partijen de schaderegelingen. Hiertoe kan de

CDG hydrologisch en bodemkundig onderzoek laten uitvoeren. De behoefte aan onderzoek komt voort uit onzekerheid over de werkelijke schadeomvang; met onderzoek kan deze onzekerheid worden gereduceerd. Het is begrijpe-

lijk dat aan de kosten van dit onderzoek een limiet gesteld wordt. De onderzoekskosten dienen te worden afgewogen tegen de risico's die ontstaan wanneer geen onderzoek zou worden verricht. Deze risico's kunnen betrekking hebben op zowel de veroorzaker (teveel vergoeding) als de gedupeerden (te weinig vergoeding). Om te kunnen beoordelen hoeveel onderzoek er nodig is om de Grondwaterwet goed te kunnen uitvoeren, is inzicht nodig in de bronnen van onzekerheid over de werkelijke schades als gevolg van grondwateronttrekkingen, de omvang van onzekerheid, de kosten van het onderzoek om onzekerheid te reduceren en de risico's die met behulp van onderzoek moeten worden beperkt.

## Bronnen van onzekerheid

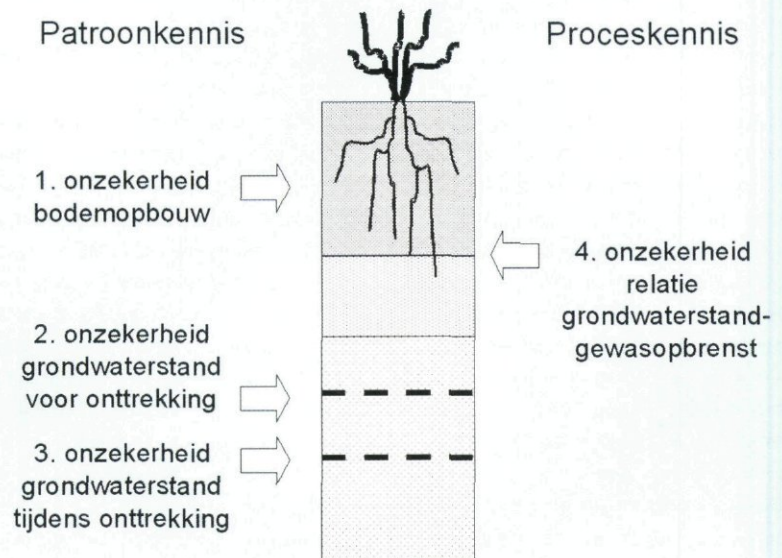
Afbeelding 1 geeft schematisch de belangrijkste bronnen van onzekerheid weer bij de bepaling van de afname van de gewasopbrengst.

Alle bronnen van onzekerheid in afbeelding 1 zijn terug te voeren op gebrek aan kennis: zowel proceskennis van het water-bodemplantstelsel als kennis van de ruimtelijke patronen van bodem en grondwaterstand.

- onzekerheid bodemopbouw
- onzekerheid grondwaterstand voor onttrekking
- onzekerheid grondwaterstand tijdens onttrekking
- onzekerheid relatief grondwaterstand-gewasopbrengst

Als een onttrekking al begonnen is, zal een gebiedsdekkende reconstructie moeten plaatsvinden van de oorspronkelijke grondwaterdynamiek. Deze zal vervolgens moeten worden

Afb. 1: Bronnen van onzekerheid over de afname van de gewasopbrengst ten gevolge van een grondwateronttrekking.





## Aselecte steekproef uit de TCGB-tabellen

Om het effect van kaartonzuiverheden op geschatte schades te bepalen zijn 25 bodemkundig-hydrologische situaties aselect uit de TCGB-tabellen getrokken. Deze worden beschouwd als de juiste situaties; de bijbehorende percentages opbrengstdepressie als de juiste percentages. Elke bodemkundig-hydrologische situatie wordt gevormd door een ondergrondtype, een pF-curve voor de wortelzone, een GVG, een GLG en een dikte van de wortelzone. Vervolgens zijn voor elk van de 25 situaties misclassificaties geloot, waarbij de volgende afwijkingen mogelijk zijn:

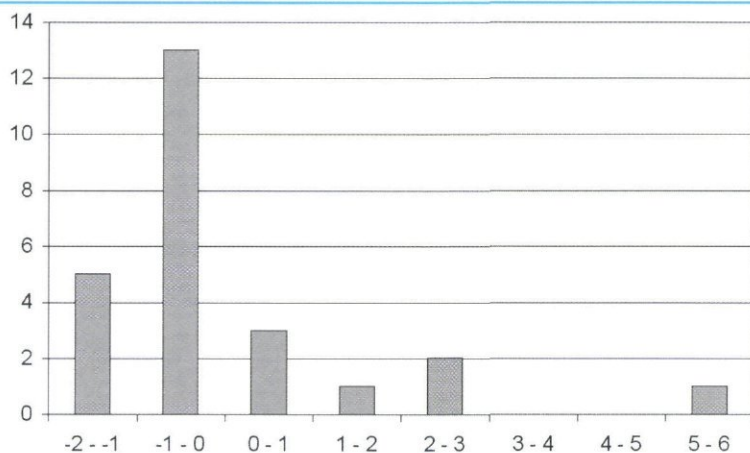
- ondergrondtype: 0-5 klassen afwijking;
- pF-curve wortelzone, GVG, GLG en dikte wortelzone: 0-3 klassen afwijking.

Op deze wijze worden 25 percentages opbrengstdepressie verkregen, die fout zijn als gevolg van fouten in de kartering van bodem en grondwatertrap.

De verlaging van het grondwater is gereconstrueerd door uit te gaan van een exponentieel verloop van de verlaging van 50 naar 5 cm (ongeveer een onttrekkingsskegel). Uit dit verloop zijn aselect 25 verlagingen geloot, voor elk van de 25 eerder gelote percentages opbrengstdepressie één. De verlagingen zijn opgeteld bij de GVG's en GLG's, zodat de opbrengstdepressies van vóór de verlaging uit de TCGB-tabellen kan worden afgeleid en de toename van de opbrengstdepressie als gevolg van de onttrekking kan worden berekend. Deze berekening is uitgevoerd voor zowel de 25 juiste bodemkundig-hydrologische situaties als voor de 25 situaties met misclassificatie. Ten slotte zijn de 25 verschillen in opbrengstdepressie door grondwaterstandsverlaging berekend die ontstaan door misclassificatie. Deze verschillen, samengevat in het histogram in afbeelding 2, blijken op te kunnen lopen tot circa zes procent.

Overigens bedragen de opbrengstdepressies als gevolg van grondwaterstandsverlaging in deze steekproef gemiddeld ongeveer twee procent.

Afb. 2: Opbrengstdepressie in procenten: histogram van de geschatte fouten die ontstaan door misclassificatie van 25 gelote bodemkundig-hydrologische situaties uit de TCGB-tabellen.



geëxtrapoléerd naar de toekomst waarin de schade-uitkering zal plaatsvinden. Als de onttrekking nog niet is begonnen, kan de grondwaterstand slechts op een beperkt aantal punten worden waargenomen en bestaat dus onzekerheid over het ruimtelijk patroon;

- onzekerheid grondwaterstand tijdens onttrekking

Als een grondwateronttrekking nog niet begonnen is, zal het effect van een voorgenomen onttrekking op de grondwaterstand moeten worden voorspeld. Maar ook als de grondwateronttrekking al gestart is valt niet voor ieder punt en ieder tijdstip de grondwaterstand met zekerheid vast te stellen. Ruimtelijk zal moeten worden geïnterpoleerd en een extrapolatie naar de toekomst zal moeten plaatsvinden;

- onzekerheid relatie grondwaterstand/ gewasopbrengst

De opbrengstdepressies bij verschillende grondwaterstandsverlopen staan vermeld in zogenaamde TCGB-tabellen<sup>1)</sup>. Deze tabellen geven combinaties van bodemtypen en grondwatertrappen. Zowel over de ruimtelijke verdeling van bodemtypen en grondwatertrappen bestaat onzekerheid, als over de percentages opbrengstreductie die voor de bodemkundig-hydrologische situaties in de tabellen staan vermeld.

De onzekerheid rond de eerste drie punten wordt gereduceerd met behulp van bodemkundig-hydrologische karteringen, waarbij de ruimtelijke patronen nauwkeurig in kaart

worden gebracht<sup>2)</sup>. De onzekerheid over de relatie tussen grondwaterstand en gewasopbrengst is onderwerp van agrohydrologisch procesonderzoek.

Samengevat kan de onzekerheid worden verdeeld in een verticale component, namelijk onzekerheid over het absolute niveau van de afname van de gewasopbrengst als gevolg van beperkte proceskennis, en in een horizontale component, namelijk over de ruimtelijke verdeling van deze afnamen als gevolg van beperkte patroonkennis. De proceskennis is samengevat in de TCGB-tabellen. Deze percentages, waaraan jarenlang onderzoek ten grondslag ligt, zullen we als gegeven beschouwen. Wij richten ons op de bijdrage die bodemkundig en hydrologisch patroononderzoek kan leveren aan een juiste berekening van schades.

### Wat mag patroononderzoek kosten?

Gemiddeld is de droogteschade als gevolg van grondwateronttrekking drie procent per hectare (mededeling ing. G. Grotentraast, CDG). Jaarlijks zal dan gemiddeld 35,40 euro per hectare worden uitgekeerd ( $b_t$ ), wat overeenkomt met 11,80 euro per procent per hectare. Als dit gedurende de komende 30 jaar geschiedt ( $t=30$ ), is de contante waarde van deze uitkering bij een rente van zes procent ( $r=0.06$ ) als volgt te berekenen<sup>3)</sup>:

$$C = b_t \frac{1 - (1+r)^{-t}}{r}$$

wat een contante waarde van ongeveer 487 euro per hectare aan schadevergoeding oplevert. Fouten in de voorspelling van de ruimtelijke schadepatronen nemen toe naarmate de bodemkundige en hydrologische patronen globaler in kaart worden gebracht. Overschattingen of onderschattingen van het oppervlakte droogtegevoelige gronden binnen een bedrijf kunnen dan tot financiële risico's leiden, zowel voor de uitkerende instantie als voor de agrarische ondernemers. Met deze risico's, die voortkomen uit onzekerheid over bodemkundige en hydrologische patronen, kan op verschillende manieren worden omgegaan. Laten we ervan uitgaan dat het risico dat een boer te weinig krijgt uitgekeerd, te allen tijde vermeden moet worden. De eerste mogelijkheid is nu om de onzekerheid te accepteren en te vermijden dat boeren te weinig krijgen uitgekeerd door de schades systematisch te hoog in te schatten. De tweede mogelijkheid is dat de risico's worden verkleind door te investeren in patroononderzoek, waardoor de schade minder hoeft te worden overschat om te vermijden dat de boeren te weinig krijgen uitgekeerd. De vraag is nu welke van de twee mogelijkheden de beste optie is. Om dit soort beslissingen onder onzekerheid te nemen is



methodiek ontwikkeld in de beslissings-theorie<sup>4)</sup>.

Bodemkaarten zijn voor een bepaald percentage onzuiver, dat wil zeggen dat de werkelijke waarden niet in de klassen liggen die de kaart aangeeft. Bij een recente validatiestudie in enkele gebieden werden strikte kaartzuiverheden vastgesteld voor bodem- en Gt-kaarten, schaal 1:10 000, van tussen de vijf en 25 procent<sup>5)</sup>. Dit is laag, maar het gaat hier om de strikte zuiverheid, waarbij elk kenmerk - van een groot aantal kenmerken - in de juiste klasse moet vallen. Bovendien zijn de TCGB-tabellen op een andere classificatie gebaseerd; het is dus slechts een ordegrootte. In het onzuivere deel van de kaart vindt meer of minder misclassificatie plaats. Deze range van misclassificaties is geschat met een aselechte steekproef van 25 percentages uit de TCGB-tabellen (zie kader). Hieruit bleek dat de onder- of overschatting van de droogteschade als gevolg van grondwaterstandsverlaging door misclassificaties kan oplopen tot zo'n zes procent opbrengstdepressie. Gemiddeld bedraagt de fout als gevolg van misclassificaties slechts 0,13 procent, omdat over- en onderschattingen elkaar voor een groot gedeelte uitmiddelen.

Bij een relatief gedetailleerde kaartschaal, waarbij de oppervlakten van de kaarteenheden klein zijn ten opzichte van de oppervlakten van de bedrijven (of delen van bedrijven) in het onttrekkingsgebied, zullen fouten als gevolg van misclassificatie zich uitmiddelen binnen de bedrijven. Het risico dat een bedrijf te weinig krijgt uitgekeerd als gevolg van misclassificatie is dan heel klein, dus de uitkeringen hoeven niet systematisch te worden overschat.


Bij een relatief globale kaartschaal, waarbij de oppervlakten van de kaarteenheden groot zijn ten opzichte van de oppervlakten van de

bedrijven in het onttrekkingsgebied, zullen fouten als gevolg van misclassificatie zich minder of in het geheel niet uitmiddelen binnen het bedrijf. In het ergste geval valt een bedrijf in een deel van de kaart waarin de opbrengstdepressies met zes procent worden onderschat. Om er dan nog zeker van te zijn dat een boer niet te kort wordt gedaan als gevolg van misclassificatie van bodemtype en grondwatertrap, zou de schade dus systematisch met zes procent opbrengstdepressie moeten worden overschat. In het hele gebied zou gedurende 30 jaar jaarlijks 70,80 euro per hectare extra moeten worden uitgekeerd (contante waarde 975 euro per hectare)! Dit geeft een uiterste aan. De bedragen die bedrijven extra uitgekeerd moeten krijgen om het risico van een te lage uitkering als gevolg van fouten door misclassificatie te compenseren, kunnen reëler worden ingeschat als de ruimtelijke structuur van de fouten bekend is voor verschillende kaartschalen. Onderzoek naar de ruimtelijke structuur van fouten als gevolg van misclassificatie kan een bedrag opleveren waarmee bij verschillende kaartschalen boeren zouden moeten worden 'overgecompenseerd' om fouten als gevolg van misclassificatie in het nadeel van de boer op te heffen. Met dergelijk onderzoek kan worden bepaald welke kaartschaal in economische zin optimaal is. Nu is slechts vast te stellen dat de fouten door misclassificatie uiterlijk 975 euro contante waarde per hectare bedraagt.

### Conclusies

Onzekerheid over bodemkundig-hydrologische patronen is met gedetailleerdere karteringen te reduceren. Hoeveel de kartering mag kosten hangt af van het risico dat ermee kan worden vermeden. De fout door misclassificatie van bodem en grondwater kan oplopen tot 975 euro contante waarde per hectare ten nadele van de boer. Naarmate gedetailleerder wordt gekarteerd, zal deze fout meer worden

uitgemiddeld met fouten ten voordele van de boer en naar circa 0 euro naderen. Onderzoek naar de ruimtelijke structuur van de fouten moet uitwijzen welke fouten ten nadele van de boer bij verschillende kaartschalen optreden. Met de resultaten van dit onderzoek kan bepaald worden welke kaartschaal het meest efficiënt is.

Beslissingen die onder onzekerheid worden genomen bij de toepassing van de Grondwaterwet zouden kunnen worden genomen met behulp van methodieken uit de beslissingstheorie<sup>4)</sup>. Dit is een interessante uitdaging voor onderzoek, die kan leiden tot een efficiëntere inzet van middelen bij de uitkering van schades als gevolg van grondwateronttrekkingen. 

---

### LITERATUUR

- 1) Bouwmans J. (1990). Achtergrond en toepassing van de TCGB-tabel. Een methode voor het bepalen van de opbrengstdepressie van grasland op zandgrond als gevolg van een grondwaterstandsverlaging. TCGB.
- 2) Bannink M., B. Bles en A. van Holst (1985). Een bodemkundig-hydrologisch onderzoek in oost Noord-Brabant. Stichting voor Bodemkartering. Rapport 1777.
- 3) Werkgroep Herziening Cultuurtechnisch vademecum (1988). Cultuurtechnisch vademecum. Cultuurtechnische vereniging.
- 4) Lammerts van Bueren W. (1987). Omgaan met onzekerheid, het kwantificeren van onzekerheden bij beleidsbeslissingen. Staatsuitgeverij.
- 5) Brus D. en E. Kiestra (2002). Kan de efficiëntie van bodemkarteringen op schaal 1:10.000 worden vergroot met het Actuele Hoogtebestand Nederland? Alterra. Rapport 498.